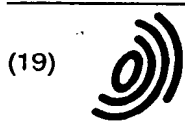


0 an Hotz am 07.08.97



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) EP 0 961 152 A1

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
01.12.1999 Patentblatt 1999/48

(51) Int. Cl.⁶: G02B 27/09, B23K 26/06

(21) Anmeldenummer: 99109040.8

(22) Anmeldetag: 07.05.1999

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

• Forrer, Martin Dr.
9000 St. Gallen (CH)
• Heimbeck, Hans-Jörg Dr.
9435 Heerbrugg (CH)

(30) Priorität: 25.05.1998 CH 113998

(71) Anmelder: FISBA OPTIK AG
9016 St. Gallen (CH)

(74) Vertreter:
Hotz, Klaus, Dipl.-El.-Ing./ETH
c/o OK pat AG,
Patente Marken Lizenzen,
Hinterbergstrasse 36,
Postfach 5254
6330 Cham (CH)

(72) Erfinder:
• Langenbach, Eckhard
9037 Speicherschwendi (CH)

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Formung eines kollimierten Lichtstrahls aus den Emissionen mehrerer Lichtquellen**

(57) Divergente Lichtbündel aus auf einer Strecke aufgereihten Diodenlasern werden mittels einer aus zwei axialen Kollimationsvorrichtungen und sowie Strahldrehvorrichtungen bestehenden Vorrichtung zu einem gut fokussierbaren Strahlungsfeld zusammenge-

fügt, welches sich insbesondere zum optischen Pumpen von Festkörperlaser und zum Einsatz bei direkter Materialbearbeitung eignet.

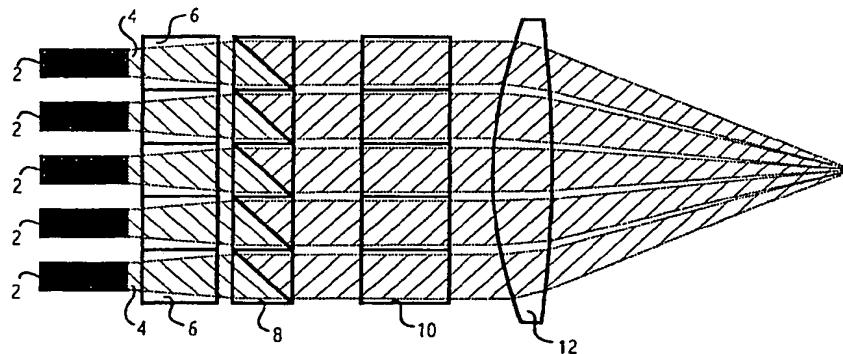


Fig. 1

EP 0 961 152 A1

BEST AVAILABLE COPY

Beschreibung

[0001] Die Erfindung beinhaltet ein Verfahren sowie zur Durchführung dieses Verfahrens notwendige Vorrichtungen zur Formung eines in seiner Abstrahlcharakteristik gleichmässig kollimierten Lichtstrahls.

[0002] Das erfindungsgemässe Verfahren sowie zugehörige Vorrichtungen basieren auf bereits bekannten Verfahren zur Strahlformung aus auf einer Reihe angeordneten abstrahlenden Emittier sind zumeist durch die rechteckigen Aperturen von Diodenlasern gegeben, welche für verschiedene Anwendungen zunehmend bisher verwendete inkohärente Lichtquellen verdrängen. So wird das laseraktive Material verschiedener optisch gepumpter Festkörper-Laser traditionell durch das Licht von Gasentladungslampen angeregt. Diese Lampen produzieren zum einem selbst eine nicht unerhebliche Wärmemenge, erzeugen andererseits ausserdem Licht über weite spektrale Bereiche, welche zum grössten Teil nicht durch optische Anregung des laseraktiven Materials absorbiert werden, sondern dessen Erwärmung und alle damit zusammenhängenden Probleme verursachen. Die Möglichkeit, mittels Halbleiter-Diodenlasern Laserlicht auf definierten Wellenlängen direkt aus elektrischem Strom zu erzeugen, führt zu effizienteren Festkörperlasern mit höheren optischen Leistungen. Neben der selektiven Erzeugung von optisch anregenden Wellenlängen beinhalten Diodenlaser als Pumplichtquellen auch den Vorteil, das laseraktive Medium so auszuleuchten, dass optische Anregung fast ausschliesslich in den Bereichen des Materials erfolgt, in denen das Laserlicht erzeugt wird. Eine ideale Ausleuchtung eines laseraktiven Mediums geschieht durch die wellenlängenselektive Einkopplung eines Pumplichtstrahls in den optischen Resonator eines Lasers, wobei sich der Pumplichtstrahl innerhalb des Resonators dem Verlauf des Laserlichts anpasst. Folglich sollte der Pumplichtstrahl eine Strahlcharakteristik aufweisen, welche in Ihrer Form derjenigen des aus dem gepumpten Laser emittierten Lichtstrahls angepasst ist. Diodenlaser emittieren einen, in zwei zueinander senkrecht stehenden Ebenen stark unterschiedlich divergenten Lichtstrahl, der nach einer vollständigen Kollimation in seinen seitlichen Abmessungen ungleichmässig elliptisch ist. Zur Erlangung grösserer Pumplichtleistungen ist es zudem üblich, auf einem Halbleiterkristall eine linear angeordnete Reihe von Diodenlasern zu erzeugen, welche zueinander parallel, jedoch ohne definierte Phasenlage in eine Richtung emittieren. Die Resonatorform dieser Diodenlaser ist diejenige einer durch elektrischen Strom transversal gepumpten P-N-Übergangsebene von rechteckigen Ausmassen (Breite ca. 0.5 mm, Länge ca. 0.5-1 mm, Höhe ca. 0.001 mm). Die in einer Linie angeordneten emittierenden Frontfacetten dieser Fabry-Perot-Diodenlaser sind rechteckige schmale Streifen, die sich mit einem gewissen Abstand an ihren Schmalseiten aneinanderfügen. Alle emittierten Lichtbündel

sind somit in der zur linienförmigen Anordnung rechtwinkligen Ebene stark divergent und weisen einen hohen Strahlgütefaktor K auf. Der Strahlgütefaktor K ist nach ISO-Norm definiert als:

$$K = 4 \lambda / \theta \pi D,$$

mit:

λ = Laserwellenlänge,

θ = Strahldivergenz,

D = Strahltaillendurchmesser.

[0003] Ein Lichtbündel mit hohem Strahlgütefaktor K lässt sich daher bei niedriger Divergenz θ auf einen kleinen Taillendurchmesser D fokussieren. Im Gegensatz hierzu emittieren die Diodenlaser entlang der Linie ihrer aufgereihten emittierenden Flächen mit zwar weitaus geringerer Divergenz, aber erheblich niedrigerem Gütefaktor. Die Fokussierung der Emissionen aller Diodenlaser entlang dieser Ebene bedeutet bei gegebenem Strahltaillendurchmesser D somit eine wesentlich grössere Divergenz θ . Wird durch eine Reihe von Diodenlasern mittels Fokussierung ein laseraktives Medium optisch gepumpt, lässt sich ein Pumplichtstrahl im allgemeinen nur auf einer begrenzten Strecke vollständig mit dem den Resonator füllenden Lasermoden zur Dekkung bringen, wodurch sich die Effizienz der gesamten Anordnung stark verringert. Eine verbesserte Pumplichtquelle würde aus Diodenlasern bestehen, deren rechteckige emittierende Flächen mit ihren Längsseiten einander benachbart entlang einer Strecke aufgereiht wären. Hierdurch wäre ein zusammengefügter Lichtstrahl in seinen zur Ausbreitungsrichtung seitlichen Dimensionen ausgeglichener und wäre auch in der zu dieser Strecke parallelen Ebene gut fokussierbar. Aufgrund der fehlenden technologischen Machbarkeit einer solchen Anordnung von Diodenlasern wird in existierenden Lösungen das Profil jedes einzelnen aus einem Diodenlaser einer solchen Aufreihung emittierten Lichtstrahls mit einer geeigneten Vorrichtung um die durch seine Ausbreitungsrichtung gegebene Achse gedreht.

[0004] In der europäischen Patentschrift 0 484 276 B1 wird ein entsprechendes Verfahren nebst Vorrichtung beschrieben. Die Emissionen aller in einer Reihe angeordneten Diodenlaser werden jeweils gemeinsam zunächst in der zur Aufreihungsstrecke orthogonalen Ebene kollimiert, um dann in jeweils einem Abbe-König-Prisma um 90 Grad gedreht zu werden, wobei anschliessend die Kollimation in der zur Aufreihungsstrecke parallelen Ebene erfolgt.

[0005] Diese Lösung ist bei heute üblichen Diodenlaser-Reihen anwendbar, in denen etwa 20 Prozent der Aufreihungsstrecke von den Längsseiten der emittierenden Flächen der in der Regel 0.05-0.5 mm breiten Diodenlaser beansprucht werden. Zukünftige Diodenlaser-Reihen werden wesentlich höhere optische Leistun-

gen abstrahlen, wobei der von den Längsseiten der emittierenden Flächen beanspruchte Teil der Aufreihungsstrecke grösser ist. Mit zunehmenden Anteil der emittierenden Flächen besteht die Notwendigkeit nach einer in ihrer seitlichen Ausdehnung kompakteren Vorrichtung zur Drehung des von einem einzelnen Diodenlaser emittierten Lichtstrahls. Hierbei ergibt sich das zusätzliche Problem, das glasoptische Strukturen mit weniger als 1 mm Kantenseitenlänge in repetitiven Strukturen nur schwer herzustellen sind.

[0006] Aufgabe der nachfolgend beschriebenen Erfindung ist es daher, diesen und weitere Nachteile des Standes der Technik zu vermeiden und die Drehung eines aus einer einzelnen Apertur eines linearen Arrays von Aperturen emittierten Lichtstrahls um einen durch die spezifische Struktur der Abstrahlcharakteristik gegebenen Winkel zu vollziehen, wobei die hierzu verwendete Vorrichtung nur unwesentlich mehr Länge in Richtung der Aufreihungsstrecke benötigen soll als die Apertur selbst. Da sich die Asymmetrie der Abstrahlcharakteristik des Einzelemitters üblicher- aber nicht notwendigerweise an der 90° Symmetrie des Fabry-perot Resonators orientiert, werden im folgenden ohne Einschränkung der Allgemeinheit Lösungen für einen 90° Rotationswinkel präsentiert.

[0007] Der grundlegende Erfindungsgedanke besteht in der Drehung des Profils eines Lichtstrahls in einem Prisma bei Minimierung der hierzu erforderlichen Anzahl von Reflexionen, wodurch eine inhärente Verkleinerung der in entsprechenden Vorrichtungen verwendeten Prismen erzielt wird.

[0008] Die Realisierung des Erfindungsgedankens geschieht mittels zweier verschiedener Vorrichtungen, in denen der Lichtstrahl des einzelnen Diodenlasers über jeweils zwei schräge Reflexionen um die durch die Ausbreitungsrichtung gegebene Achse gedreht wird. Zunächst werden die aus allen Diodenlasern emittierten Lichtbündel in der zur Aufreihungsstrecke orthogonalen Ebene kollimiert und anschliessend jeweils in einen Polarisationsstrahlteiler geführt, in welchem der einzelne Lichtstrahl um jeweils 90 Grad reflektiert wird. Er breitet sich dann jeweils in Richtung einer dachförmig aneinandergesetzten Anordnung von reflektierenden ebenen Flächen aus, die gegeneinander sehr genau um einen Winkel von 90 Grad verdreht aneinandergesetzt sind. Beide reflektierenden ebenen Flächen treffen sich in einer Linie, die gegenüber dem rechteckförmigen Lichtstrahl des einzelnen Diodenlasers um die durch dessen Ausbreitungsrichtung gegebenen Achse um 45 Grad verdreht ist. Der Lichtstrahl wird durch diese beiden Flächen in seine Gegenrichtung reflektiert und hierbei sowohl in seinem Strahlungsfeld als auch in seiner Polarisation um 90 Grad gedreht. Der auf diese Weise reflektierte und gedrehte Lichtstrahl passiert nun den Polarisationsstrahlteiler, welcher einfallenden und ausfallenden Strahl trennt, um auf einen Spiegel zu treffen und durch diesen in Richtung eines weiteren Kollimators reflektiert zu werden. Sofern die Polarisation

des aus den Diodenlasern austretenden Lichts bedingt, dass dieses die Polarisationsstrahlteiler zunächst durchstrahlt, ist die dachförmig aneinandergesetzte Anordnung entsprechend zu plazieren. Die aus diesen Anordnungen reflektierten Lichtbündel werden anschliessend in den Polarisationsstrahlteilern um 90 Grad reflektiert.

[0009] Eine weitere erfindungsgemässe Methode zur Strahlumformung umgeht die Verwendung eines Polarisationsstrahlteilers und ist damit für beliebig polarisiertes Licht zu verwenden. Die Strahlumformung geschieht mittels zweier schräger Reflexionen des Lichtstrahls des einzelnen Diodenlasers. Nach der ersten Reflexion pflanzt sich der Lichtstrahl des einzelnen Diodenlasers in einem Winkel von 45 Grad zur Aufreihungsstrecke der emittierenden Aperturen parallel zu der die aufgereihten emittierenden Aperturen beinhaltenen Ebene in Richtung eines zweiten Spiegels fort, von welchem der Lichtstrahl in die zur ursprünglichen Ausbreitungsrichtung entgegengesetzten Richtung reflektiert wird. Der nunmehr seitlich versetzte Lichtstrahl bewegt sich ober- oder unterhalb der emittierenden Fläche eines benachbarten Diodenlasers mit um 90 Grad gedrehtem Strahlprofil. Jeweils vier reflektierende ebene Flächen sind pyramidenförmig angeordnet und ermöglichen durch seitlichen Austausch die Drehung des Strahlprofils von jeweils zwei benachbarten Diodenlasern. Nachgeordnete reflektierende ebene Flächen bewirken die Ausrichtung der Lichtbündel in die gewünschte Richtung.

[0010] In beiden Fällen wird ein Gesamtstrahl der Emissionen aller Diodenlaser erzeugt, welcher aus den mit ihrer Breitseite aneinandergrenzenden balkenförmigen Strahlprofilen der Emissionen aller Diodenlaser besteht.

[0011] Die zwischen den Strahlprofilen der Emissionen der Diodenlaser liegenden Ausleuchtungslücken werden erfindungsgemäss eliminiert, indem der kollimierte Gesamtstrahl auf eine in einer Reihe angeordnete Gruppe gleichartiger Prismen trifft, wobei jedes Prisma einen einzelnen Teilstrahl derartig beugt, dass nach der parallelen Beugung aller Teilstrahlen sich ein lückenloser Gesamtstrahl ergibt.

[0012] Eine weitere erfindungsgemässe Anwendung dieser in einer Reihe angeordneten Gruppe gleichartiger Prismen besteht darin, die kollimierten Gesamtstrahlen mehrerer Diodenlaserarrays wiederum zu einem lückenlosen Gesamtstrahl zusammenzufügen, um höchste Pumplichtleistungen zu erzielen.

[0013] Ein wesentlicher Vorteil des Verfahrens und der daraus abgeleiteten erfindungsgemässen Vorrichtungen besteht in der durch die Reduktion der strahldrehenden Reflexionen bedingten Reduktion der seitlichen Ausdehnung einzelner Teilvorrichtungen, insbesondere unter dem Aspekt, den dadurch möglichen höheren Anteil emittierender Fläche längs der Aufreihungsstrecke der emittierenden Flächen durch Verwendung entsprechender Diodenlaserarrays zur Konstruktion

wesentlich leistungsfähigerer Pumplichtquellen zu nutzen. Ein weiterer Vorteil besteht in der fertigungstechnisch günstigeren Struktur der aus Teilvorrichtungen zusammengesetzten Gesamtvorrichtung. So kann eine Anordnung von Teilvorrichtungen vermieden werden, in welcher z. B. Abbe-König-Prismen um jeweils 45 Grad gedreht befestigt werden müssen.

[0014] Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich nicht nur aus den Ansprüchen und diesen zu entnehmenden Merkmalen -für sich und/oder in Kombination, sondern auch aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele.

[0015] Es zeigen:

- Fig. 1 Ein Diodenlaserarray zusammen mit Kollimationslinsen, Strahldrehelement sowie einer Fokussierungslinse,
- Fig. 2 den Strahlengang in einer der in Fig. 1 parallel dargestellten Vorrichtungen aus seitlicher Perspektive,
- Fig. 3 den Prozess der Strahldrehung in der in Fig. 2 dargestellten Vorrichtung,
- Fig. 4 ein weiteres Diodenlaserarray zusammen mit Kollimationslinsen, Strahldrehelement sowie einer Fokussierungslinse,
- Fig. 5 den Strahlengang in einer der in Fig. 3 parallel dargestellten Vorrichtungen aus seitlicher Perspektive,
- Fig. 6 den Prozess der Strahldrehung in der in Fig. 5 dargestellten Vorrichtung,
- Fig. 7 eine Vorrichtung zur Schliessung von Ausleuchtungslücken im Gesamtstrahl,
- Fig. 8 die Vorrichtung nach Fig. 7 zur Zusammenfügung der Gesamtstrahlen mehrerer Diodenlaser-Arrays.

[0016] In Fig. 1 sind mehrere Diodenlaser 2 in der Zeichnungsebene entlang einer Strecke angeordnet, welche rechtseitig aus rechteckigen Aperturen Lichtbündel 4 emittieren, die in der Zeichnungsebene schwächer divergieren als in der hierzu orthogonalen Ebene. Die Lichtbündel 4 werden in einer axialen Kollimationsvorrichtung 6 oder einer entsprechenden Aufreihung einzelner axialer Kollimationsvorrichtungen in der zur Zeichnungsebene orthogonalen Ebene kollimiert, da die Lichtbündel 4 in dieser Richtung sehr stark divergieren. Die nunmehr lediglich in der Zeichnungsebene noch schwach divergenten Lichtbündel 4 durchlaufen anschliessend Strahldrehvorrichtungen 8, in welchen das Profil der Lichtbündel 4 um 90 Grad gedreht wird. Die Wirkung der Strahldrehvorrichtungen 8 ist dadurch offensichtlich, dass die Lichtbündel 4 nunmehr in der Zeichnungsebene kollimiert verlaufen, entsprechend der Tatsache, dass vertikales und horizontales Profil durch Drehung der Lichtbündel 4 um 90 Grad miteinander vertauscht sind, vor der Strahldrehung alle Lichtbündel 4 aber schon in der vertikalen und

nunmehr horizontalen Achse kollimiert worden sind. Anschliessend werden die Lichtbündel 4 in der sich nunmehr senkrecht zur Zeichnungsebene befindlichen schwächer divergenten Richtung mittels einer axialen Kollimationsvorrichtung 10 oder einer entsprechenden Aufreihung von axialen Kollimationsvorrichtungen ebenfalls kollimiert. Anschliessend kann ein aus den Lichtbündeln 4 zusammengefügt Strahlungsfeld mittels einer Linse 12 oder anderen Mitteln fokussiert werden.

[0017] Ein in Fig. 2 dargestellter Querschnitt einer Teilvorrichtung der Gesamtvorrichtung nach Fig. 1 zeigt den entsprechend seiner emittierenden Fläche wesentlich schmaleren Querschnitt durch einen der in Fig. 1 in Aufsicht gezeigten aufgereihten Diodenlaser 2, wobei auch die wesentlich höhere Divergenz des Lichtstrahls 4 in der zur Aufsicht vertikalen Ebene ersichtlich ist. In der vertikalen Ebene kollimiert, wird der Lichtstrahl 4 innerhalb der Strahldrehvorrichtung nach Fig. 1 an einer polarisationsselektiv reflektierenden Schicht 14 in Richtung eines Dachkantprismas 16 reflektiert, um in diesem in die entgegengesetzte Richtung reflektiert zu werden. Durch die besondere Struktur des Dachkantprismas 16 erfolgt bei der Reflexion sowohl eine Drehung des Strahlprofils um 90 Grad um seine in Ausbreitungsrichtung zu denkende Achse als auch eine Drehung der Polarisation des Lichts um denselben Winkel. Hierdurch durchstrahlt der Lichtstrahl 4 in Folge die polarisationsselektiv reflektierende Schicht 16, um an einer reflektierenden Fläche 18 in Richtung der axialen Kollimationsvorrichtung 10 reflektiert zu werden.

[0018] Das Dachkantprisma 16 ist in Fig. 3 in Aufsicht, d. h. durch die polarisationsselektiv reflektierende Schicht 14 betrachtet dargestellt. Zwei reflektierende ebene Flächen 20 und 22 stehen entlang einer Strecke 24 in einem Winkel von jeweils 45 Grad zur Zeichnungsebene, bilden also gegeneinander an der Strecke 24 einen Winkel von 90 Grad, dessen sehr genaue Einhaltung für die Funktion der Vorrichtung wesentlich ist. Innerhalb des Profils eines Lichtstrahls 4 angebrachte Zeichen 26 symbolisieren dessen Fortpflanzung in Richtung der reflektierenden Ebenen 20 und 22, an denen zwei aufeinanderfolgende Reflexionen erfolgen, zwischen welchen sich das Licht parallel zur Zeichnungsebene fortpflanzt, wie durch Teilstrahlen 30 des Lichtstrahls 4 angedeutet ist. Der Lichtstrahl 4 bewegt sich nach zweifacher Reflexion mit gedrehtem Strahlprofil von der Vorrichtung weg, wie durch Zeichen 28 verdeutlicht. Sofern die ebenen Flächen 20 sowie 22 derart ausgeführt sind, dass bei einer Reflexion keine Phasenverschiebung zwischen zueinander orthogonalen Komponenten des Lichtfeldes stattfindet, findet gleichzeitig eine Drehung der Polarisation des auf die Vorrichtung fallenden Lichts um 90 Grad statt. Da dies im allgemeinen nicht der Fall ist, werden die ebenen Flächen 20 und 22 mit einer entsprechend wirkenden optischen Beschichtung versehen. Um den technologischen Aufwand zu umgehen, wird in einer weiteren Ausführungsform zwischen der polarisationsselektiv

reflektierenden Schicht 14 und der Strahldrehvorrichtung 16 eine Phasenplatte 15 eingefügt, welche aus doppeltbrechendem Material besteht und derart im Strahlengang ausgerichtet ist, dass bei doppeltem Durchgang durch diese Platte die Phasenverschiebung zwischen den sich durch zweifache Reflektion in der Strahldrehvorrichtung 16 ergeben habenden zueinander orthogonalen Komponenten des Lichtfeldes kompensiert werden. Vorzugsweise werden hierbei sehr dünne Schichten, beispielsweise aus Glimmer, verwendet.

[0019] Eine in Fig. 4 dargestellte Vorrichtung dient zur Drehung der Teilstrahlen eines aus den Diodenlasern 2 bestehenden Arrays, ohne dass hierbei optische Elemente mit polarisationsselektiv reflektierenden Schichten benötigt werden. Die durch die aus Fig. 1 und Fig. 2 bekannten Verfahrensschritte bereits in der Zeichnungsebene kollimierten Lichtbündel 4 gelangen jeweils paarweise in eine Strahldrehvorrichtung 32, um in Ihrem Profil um 90 Grad gedreht in der Zeichnungsebene von Fig. 4 mit einem benachbarten Lichtstrahl 4 ausgetauscht zu werden. Da bei einer ungeraden Anzahl von Diodenlasern ein Lichtstrahl 4 nicht mit einem entsprechendem benachbarten Lichtstrahl ausgetauscht werden kann, ist für die Drehung eines einzelnen Lichtstrahls 4 eine Strahldrehvorrichtung 34 vorgesehen, welche aus einer halben Strahldrehvorrichtung 32 besteht, die entlang einer Trennungsebene verspiegelt ist. Eine Teilvorrichtung der in Fig. 4 dargestellten Gesamtvorrichtung ist in Fig. 5 in einem Schnitt längs einer zu der Zeichnungsebene von Fig. 4 senkrechten Ebene dargestellt und beinhaltet neben den aus Fig. 2 bekannten strahlformenden Komponenten und einem Diodenlaser 2 Teile der Strahldrehvorrichtung 32 bzw. ihrer halbierten Ausführungsform 34. Ein Dachkantprisma 36 dient lediglich der Umlenkung des Lichtstrahls 4, während die Strahldrehung durch eine pyramidenförmige Anordnung 38 von reflektierenden Flächen geschieht.

[0020] Die pyramidenförmige Anordnung 38 ist in Fig. 6 mit der Zeichnungsebene in Blickrichtung eines in diese Vorrichtung einlaufenden Lichtstrahls 4 dargestellt. Die Anordnung besteht aus ebenen reflektierenden Flächen 40, 42, 44 sowie 46, welche gegenüber der Zeichnungsebene entlang ihrer Diagonale gegen einen zentralen Punkt 49 um einen Winkel von genau 45 Grad geneigt sind. Ein aus einem Diodenlaser 2 in die Anordnung 38 einfallender teilweise kollimierter Lichtstrahl 4 wird an der ebenen reflektierenden Fläche 42 schräg in Richtung der reflektierenden Fläche 40 reflektiert, wie durch Teilstrahlen 48 des Lichtstrahls 4 angedeutet. Der Lichtstrahl 4 pflanzt sich nach einer weiteren Reflexion an der Fläche 40 seitlich versetzt mit um 90 Grad gedrehtem Strahlprofil in der zum einfallenden Lichtstrahl 4 entgegengesetzten Richtung fort. In gleicher Weise geschieht dies über Kreuz mit einem weiteren benachbarten Lichtstrahl 4, welcher auf die Fläche 46 einfällt und die Anordnung über die Fläche 44 wieder

verlässt, Sofern lediglich ein einzelner Lichtstrahl 4 in seinem Strahlprofil gedreht werden soll, wird eine halbierte Strahldrehvorrichtung 34 verwendet, welche eine halbe pyramidenförmige Anordnung 38 beinhaltet, die nach Fig. 6 aus den reflektierenden ebenen Flächen 41 und 45 sowie einer eine Linie 50 schneidenden, zur Zeichnungsebene orthogonalen reflektierenden Fläche besteht, an welcher der Lichtstrahl 4 zusätzlich reflektiert wird, wie durch Teilstrahlen 54 angedeutet.

[0021] Die in Fig. 1 und Fig. 4 dargestellten Vorrichtungen erzeugen einen vollständig kollimierten Gesamtstrahl, der anschliessend durch die Linse 12 fokussiert werden kann. Zur Beseitigung der zwischen den von einer Reihe emittierten Lichtbündel 4 vorhandenen unbeleuchteten Lücken ist eine Vorrichtung nach Fig. 7 vorgesehen, welche in den Vorrichtungen nach Fig. 1 und Fig. 4 zwischen den Linsen 10 und 12 einzufügen ist.

[0022] Die Vorrichtung nach Fig. 7 besteht aus einer der Anzahl der Lichtbündel 4 entsprechenden Anzahl gleichartiger Prismen 56, welche ebenso wie alle verwendeten Strahldrehvorrichtungen und Diodenlaser entlang einer Strecke aufgereit sind. Zwischen den Lichtbündeln 4 eines in die Vorrichtung einfallenden Gesamtstrahls bestehende unbeleuchtete Lücken 58 sind nach der Durchstrahlung der Vorrichtung eliminiert. Ein wesentliches Merkmal der Vorrichtung nach Fig. 7 besteht in der lückenlosen Aneinanderfügung der Prismen 56 entlang einer quer zum Gesamtstrahl liegenden Strecke. Ein wesentliches Merkmal der verwendeten Prismen 56 besteht darin, dass der in das Prisma 56 einfallende Lichtstrahl 4 eine Ebene des Prismas 56 vollständig beleuchtet, während eine weitere Ebene des Prismas vollständig unbeleuchtet bleibt. Weiterhin verlässt der Lichtstrahl 4 das Prisma 56 durch eine Ebene, die von diesem vollständig durchstrahlt wird.

[0023] Zur Erzeugung von Gesamtstrahlen höchster Leistung kann nach Fig. 8 mittels der in Fig. 7 dargestellten Vorrichtung eine lückenlose Aneinanderfügung von Gesamtstrahlen 60 aus mehreren Diodenlaser-Arrays 66 erfolgen. Das Diodenlaser-Array 66 ist im oberen Teil von Fig. 8 in einem sagittalen Schnitt zu sehen, welcher ausserdem eine Strahldrehvorrichtung 64 nach einem der bereits zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiele beinhaltet. In dieser ist auch ein Fast-Axis-Kollimator enthalten, wobei die anschliessende Kollimation des auf einer verbleibenden Achse noch schwach divergenten Strahlenbündels mittels einer Zylinderlinse 62 erfolgt.

Im unteren Teil von Fig. 8 sind zwei Diodenlaser-Arrays 66 in Aufsicht dargestellt, deren Strahlenbündel 60 nach dem Durchlaufen von den Strahldrehvorrichtungen 64 und den Zylinderlinsen 62 auf Prismen 56 treffen, mittels derer ein aus den gebeugten Strahlenbündeln 60 bestehender Gesamtstrahl mit sehr kleinen unbeleuchteten Lücken entsteht.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Formung eines kollimierten Lichtstrahls aus den Emissionen mehrerer Lichtquellen, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Strahlprofil der Emission einer einzelnen Lichtquelle um einen Winkel um die durch seine Ausbreitungsrichtung gegebene Achse gedreht wird, wobei durch die Drehung die maximale Strahlqualität des Strahlprofils der einzelnen Lichtquelle parallel zur Aufreihungsrichtung aller Lichtquellen erzielt wird. 5
2. Verfahren zur Formung eines kollimierten Lichtstrahls nach Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Strahlprofil einzelner auf einem gemeinsamen Chip angeordneter Lichtquellen entsprechend der hierdurch bedingten Richtung der maximalen Strahlqualität um 90° (Grad) gedreht wird. 10
3. Verfahren zur Formung eines kollimierten Lichtstrahls nach einem der Patentansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die vollständige Kollimation der Lichtbündel aller Lichtquellen durch die Kollimation in einer Ebene, einer anschliessenden Strahldrehung und der daran anschliessenden Kollimation in derselben Ebene erfolgt. 15
4. Verfahren zur Formung eines kollimierten Lichtstrahls nach einem der vorangehenden Patentansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** bestehende Lücken in der Ausleuchtung durch eines sich aus den kollimierten Emissionen mehrerer Lichtquellen zusammensetzenden Strahlungsfeldes durch dessen Ablenkung beseitigt werden. 20
5. Vorrichtungen zur Formung eines verbessert kollimierten Strahlbündels aus den Emissionen mehrerer Lichtquellen zur Durchführung des Verfahrens nach den Patentansprüchen 1 bis 4, umfassend eine axiale Kollimationsvorrichtung (6), Strahldrehvorrichtungen (8), (32) oder (34), sowie eine weitere axiale Kollimationsvorrichtung (10), wobei Lichtbündel (4) parallel zueinander vollständig kollimiert und zu einem Strahlungsfeld mit ausgeglichenem Strahlprofil zusammengefügt sind. 25
6. Vorrichtung zur Drehung des Profils eines Lichtbündels nach Patentanspruch 5, umfassend eine polarisationsselektiv reflektierende Fläche (14), sowie eine Vorrichtung (16), bestehend aus zwei zueinander im rechten Winkel angeordneten ebenen reflektierenden Flächen (20) und (22), wobei diese entlang einer Strecke (24) aneinandergrenzen. 30
7. Vorrichtung zur Drehung des Profils eines Lichtbündels nach Patentanspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Phasenplatte (15) vorgesehen ist, die einen an den Flächen (20) und (22) reflektierten Lichtstrahl orthogonal zum einfallenden Lichtstrahl polarisiert. 35
8. Vorrichtung zur Drehung des Profils eines Lichtstrahls nach einem der Patentansprüche 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine halbierte Strahldrehvorrichtung (34) vorgesehen ist, deren reflektierende Flächen (40), (42), (44), (46) aneinandergrenzen und entlang ihrer Diagonalen mit einer zur Ausbreitungsrichtung des in die Vorrichtung einfallenden Lichtbündels (4) senkrechten Ebene jeweils einen Winkel von 45° (Grad) einschliessen. 40
9. Vorrichtung zur Drehung des Profils eines Lichtstrahls nach Patentanspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die halbierte Strahldrehvorrichtung (34) die beiden weiteren reflektierenden Flächen (41) und (45) aufweist, die aneinandergrenzen und entlang ihrer Diagonalen mit einer zur Ausbreitungsrichtung des in die Vorrichtung einfallenden Lichtbündels (4) senkrechten Ebene jeweils einen Winkel von 45° (Grad) einschliessen, sowie eine Linie (50) schneidende zur Zeichnungsebene orthogonale, reflektierende Fläche umfassen, wobei lediglich das Strahlprofil des Lichtbündels (4) um die durch seine Ausbreitungsrichtung gegebene Achse gedreht ist. 45
10. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die reflektierenden Flächen (40), (42), (44), (46) nicht unmittelbar aneinandergrenzen. 50
11. Vorrichtung zur Beseitigung von Lücken in einem Gesamtstrahl, bestehend aus Prismen (56), wobei Lichtbündel (4) durch die entlang einer Strecke aufgereihten Prismen (56) abgelenkt werden. 55

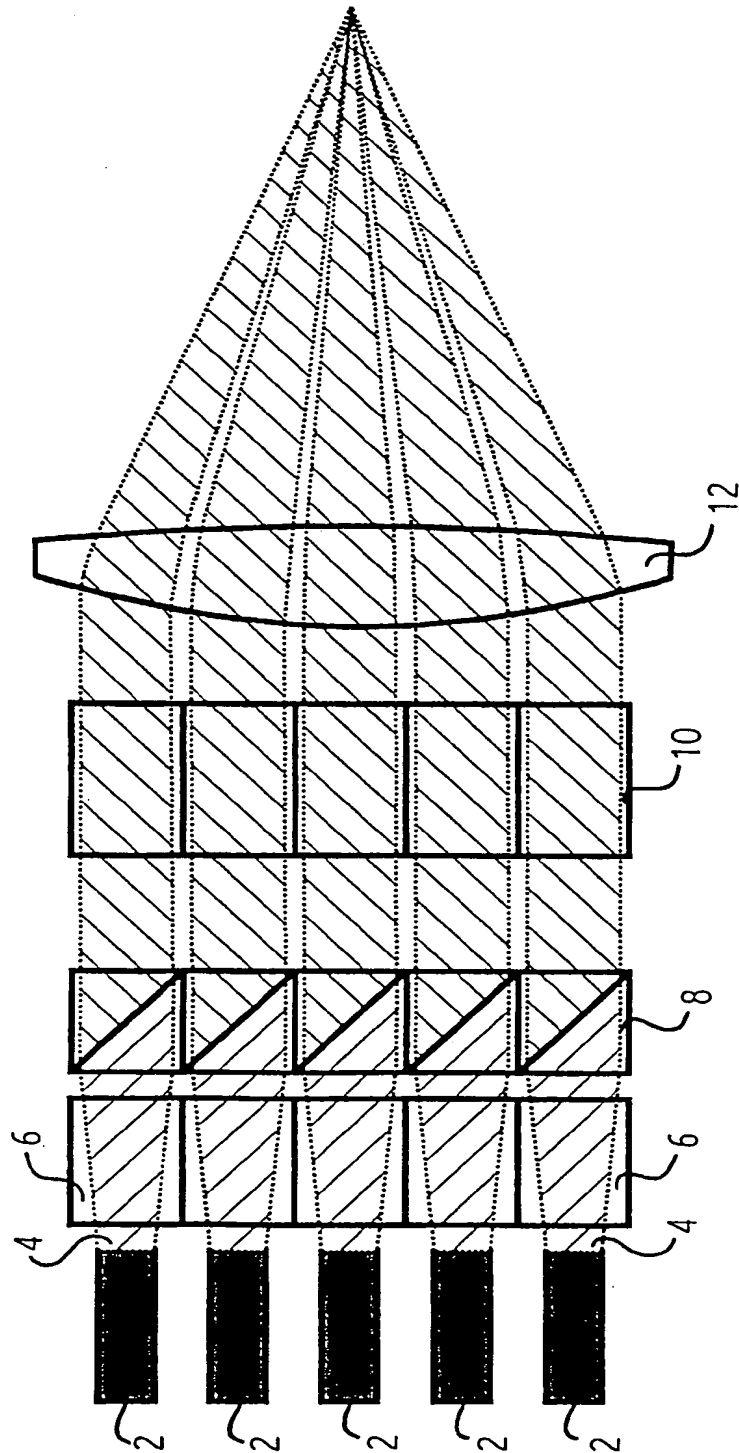


Fig. 1

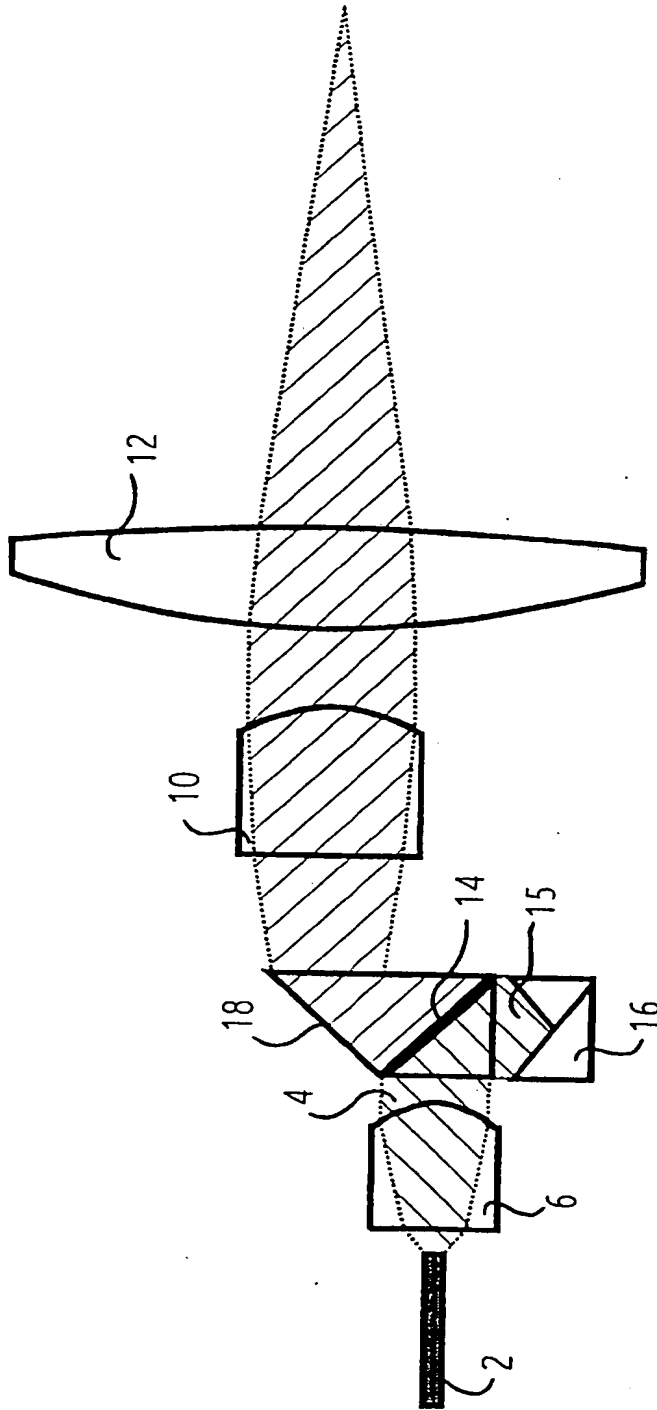


Fig. 2

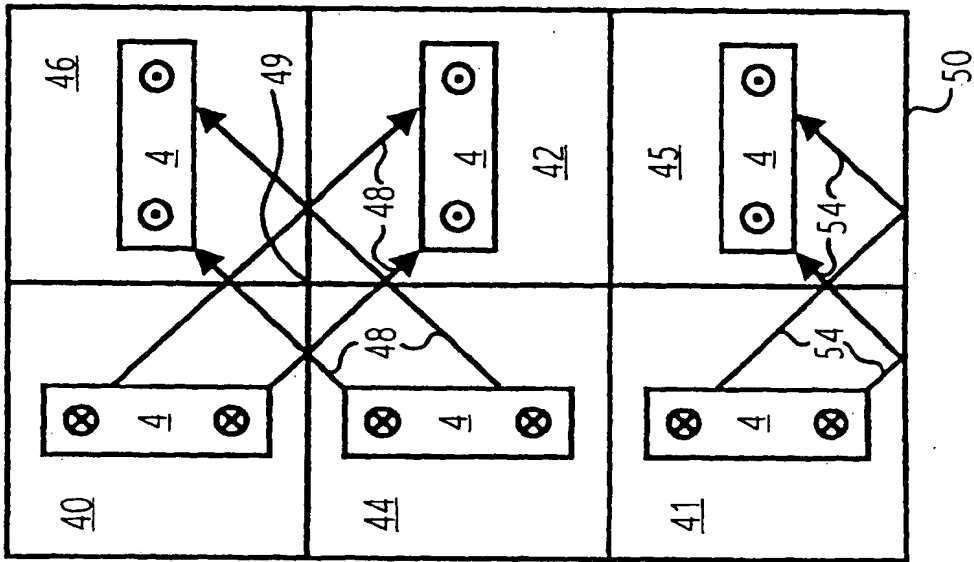


Fig. 6

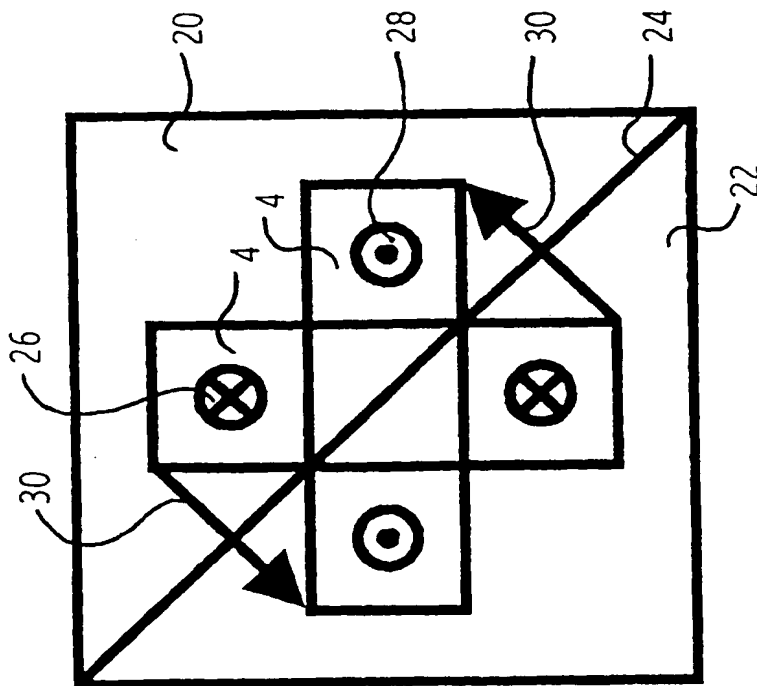


Fig. 3

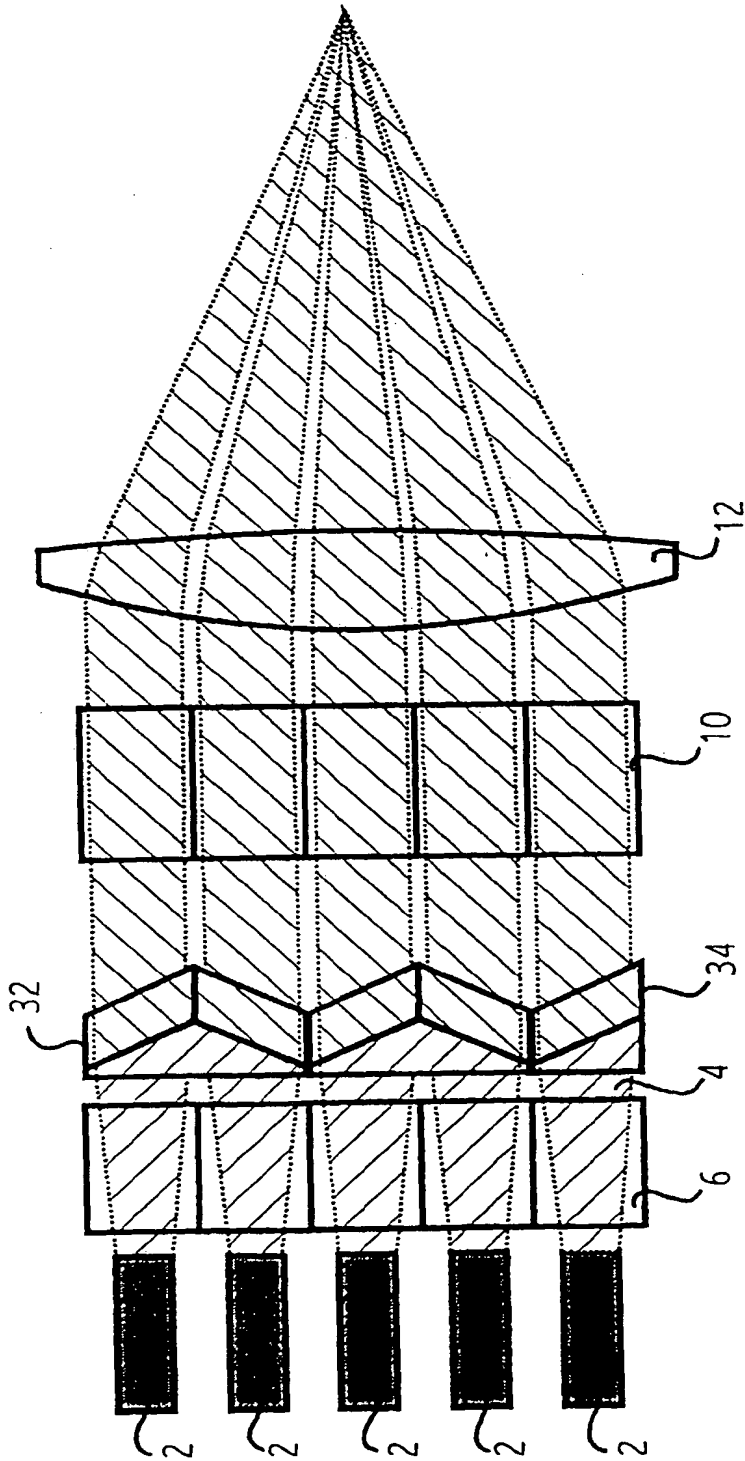


Fig. 4

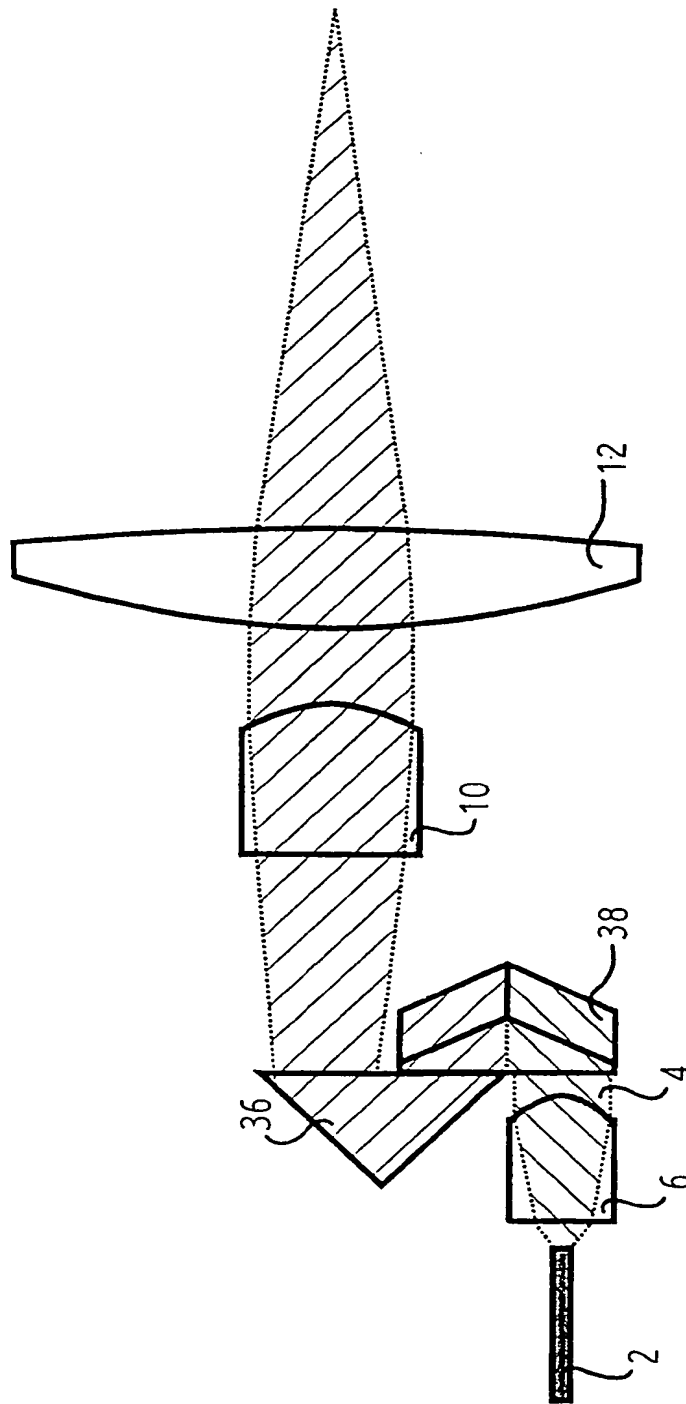


Fig. 5

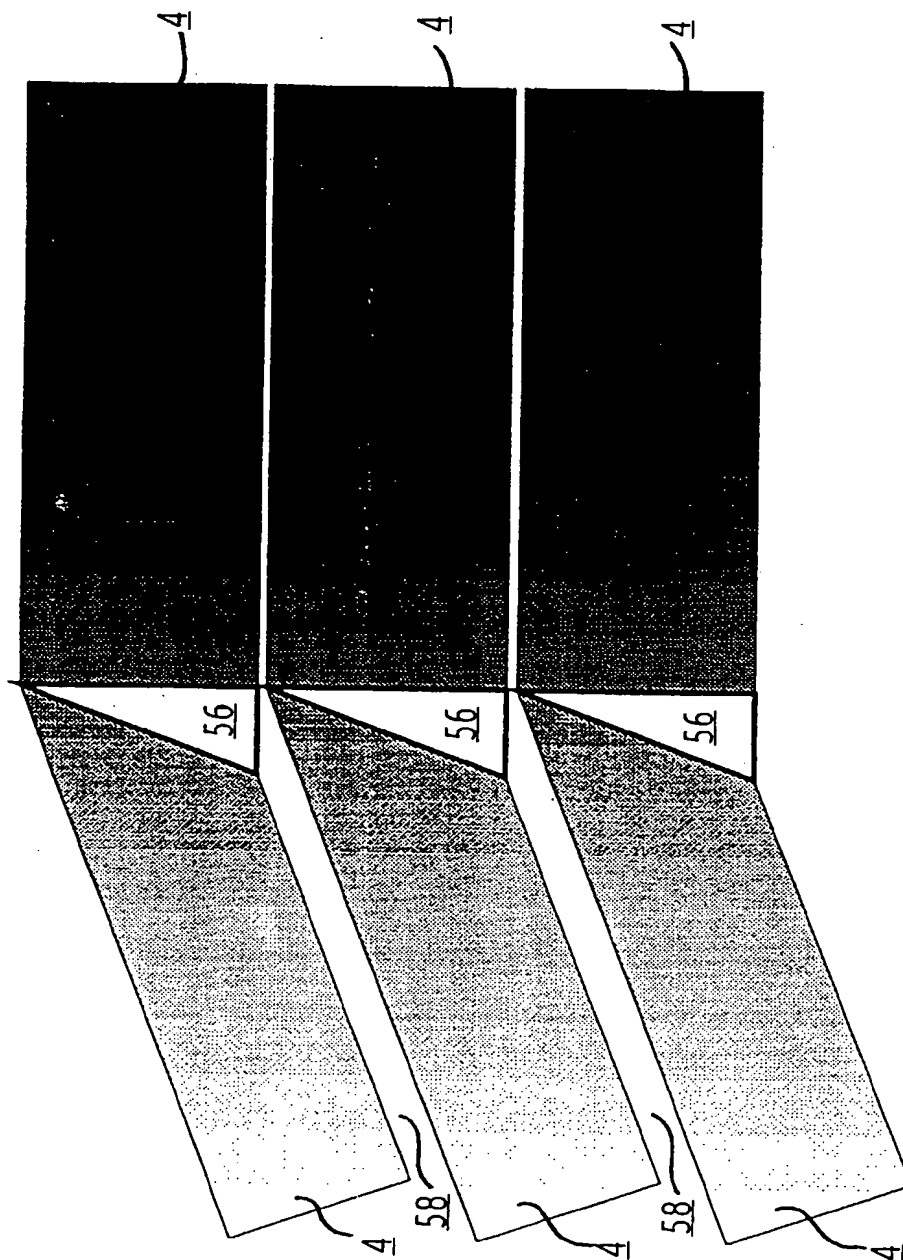


Fig. 7

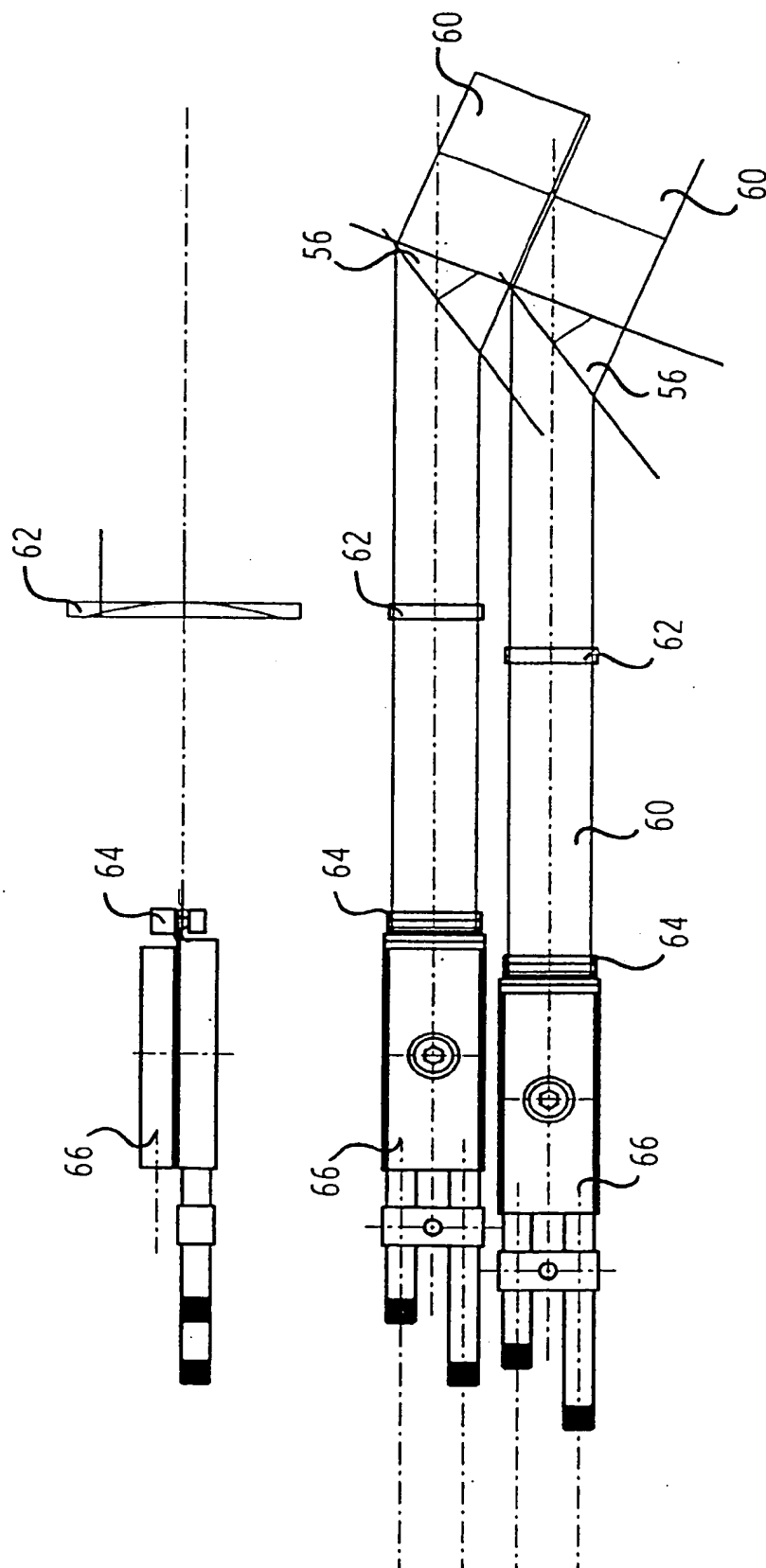


Fig. 8



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 99 10 9040

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
D,X	EP 0 484 276 A (FISBA OPTIK AG ;BYSTRONIC LASER AG (CH)) 6. Mai 1992 (1992-05-06) * das ganze Dokument *	1-5,11	G02B27/09 B23K26/06
X	US 5 513 201 A (YAMAGUCHI SATOSHI ET AL) 30. April 1996 (1996-04-30) * Spalte 1, Zeile 65 - Spalte 3, Zeile 35 * Spalte 7, Zeile 50 - Spalte 10, Zeile 4 * Spalte 20, Zeile 11 - Zeile 25; Abbildungen 3,5,8-10,27,31 *	1-5,11	
A	US 5 168 401 A (ENDRIZ JOHN) 1. Dezember 1992 (1992-12-01) * Spalte 3, Zeile 40 - Zeile 61 * * Spalte 5, Zeile 52 - Spalte 7, Zeile 55; Abbildungen 4-6,9-11,19,20 *	1-11	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			G02B B23K H01S
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort BERLIN		Abschlußdatum der Recherche 1. September 1999	Prüfer Manntz, W
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 99 10 9040

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

01-09-1999

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0484276 A	06-05-1992	CH 682698 A	29-10-1993
		AT 130684 T	15-12-1995
		DE 59106941 D	04-01-1996
		DK 484276 T	18-12-1995
		ES 2080284 T	01-02-1996
		JP 6075188 A	18-03-1994
		US 5243619 A	07-09-1993
US 5513201 A	30-04-1996	JP 7098402 A	11-04-1995
US 5168401 A	01-12-1992	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.